

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-267915

(P2002-267915A)

(43)公開日 平成14年9月18日(2002.9.18)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 B 7/02

識別記号

F I

マークト^{*}(参考)

C 0 2 B 7/02

Z 2 H 0 4 4

G 1 1 B 7/135

C 1 1 B 7/135

A 5 D 1 1 9

A

審査請求 未請求 請求項の数16 O.L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願2001-67694(P2001-67694)

(22)出願日

平成13年3月9日(2001.3.9)

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 坂井 照男

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(74)代理人 100080012

弁理士 高石 橋馬

Fターム(参考) 2H044 AA02 AA16 AC01 AJ04

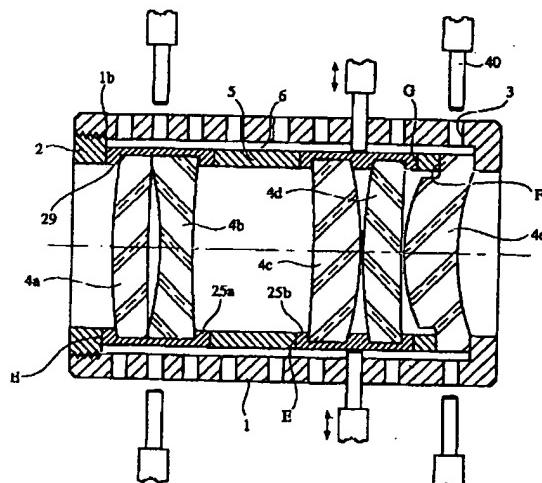
5D119 AA38 JA43 JC03 JC05

(54)【発明の名称】 光記録用レンズ組立体

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 調芯によりレンズの間隔が変化したり傾斜したりしない構造の光記録用レンズ組立体を提供する。

【解決手段】 円筒状レンズ枠1にレンズ及び間隔環5が収納された光記録用レンズ組立体において、レンズの両面の外周部に光軸方向に対して垂直な平面部Fが設けられている。レンズの少なくとも1つはレンズ枠1内に同軸的に位置する内部レンズ枠25a, 25bに固定されており、内部レンズ枠25a, 25bの両端面は光軸方向に垂直な平面である。一つの内部レンズ枠に複数のレンズを固定するのが好ましい。円筒状レンズ枠1の貫通孔3から注入された光硬化型接着剤によりレンズ及び/又は内部レンズ枠25a, 25b並びに間隔環5は固定される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 筒部に複数の貫通孔が設けられたレンズ枠にレンズ及び間隔環が収納された光記録用レンズ組立体であって、各レンズは両側面の外周部に光軸方向に垂直な平面部が設けられていることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項2】 筒部に複数の貫通孔が設けられたレンズ枠にレンズ及び間隔環が収納された光記録用レンズ組立体であって、前記レンズの少なくとも1つは前記レンズ枠内に同軸的に位置する内部レンズ枠に固定されており、前記内部レンズ枠の両端面は光軸方向に垂直な平面であることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項3】 請求項2に記載の光記録用レンズ組立体において、一つの内部レンズ枠に複数のレンズが固定されていることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の光記録用レンズ組立体において、前記貫通孔から注入された光硬化型接着剤により前記レンズ及び／又は前記内部レンズ枠並びに前記間隔環が固定されていることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項5】 請求項4に記載の光記録用レンズ組立体において、前記レンズ及び／又は前記内部レンズ枠並びに前記間隔環と前記レンズ枠の内面との間の隙間に複数の導光リング部材が設けられており、前記導光リング部材は導入された光を伝播させるとともに、前記光硬化型接着剤を硬化させるのに十分な光を表面から放出するようになっており、もって前記光硬化型接着剤が実質的に完全に硬化していることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項6】 請求項5に記載の光記録用レンズ組立体において、前記導光リング部材は光を表面から放出するための部位を有することを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項7】 請求項6に記載の光記録用レンズ組立体において、前記導光リング部材の光放出部位は粗面、凹部、凹凸部、段差及びこれらの組合せであることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項8】 請求項5～7のいずれかに記載の光記録用レンズ組立体において、前記レンズ及び前記間隔環は環状溝を有し、各導光リング部材は各環状溝に収容されていることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項9】 請求項8に記載の光記録用レンズ組立体において、前記導光リング部材は切れ目を有することを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項10】 請求項8又は9に記載の光記録用レンズ組立体において、前記導光リング部材の外径は前記レンズ及び前記間隔環の外径よりも大きいことを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項11】 請求項5～10のいずれかに記載の光記録用レンズ組立体において、前記導光リング部材は高屈折

率樹脂でコートされた光透過性素材からなることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項12】 請求項5～11のいずれかに記載の光記録用レンズ組立体において、前記導光リング部材は照射された紫外線を可視光に変換して放出する材質からなることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項13】 請求項12に記載の光記録用レンズ組立体において、前記導光リング部材は蛍光アクリル樹脂又は蛍光ガラスからなることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項14】 請求項5～13のいずれかに記載の光記録用レンズ組立体において、前記光硬化型接着剤は可視光又は紫外線により硬化することを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項15】 請求項5～14のいずれかに記載の光記録用レンズ組立体において、前記貫通孔は前記光硬化型接着剤を注入するための第1の貫通孔と、前記導光リング部材に光照射を行うための第2の貫通孔とからなることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【請求項16】 請求項15に記載の光記録用レンズ組立体において、前記第1の貫通孔はレンズの調芯用でもあることを特徴とする光記録用レンズ組立体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光情報記録媒体に情報を記録、あるいは記録された情報を再生するシステムに内在する光記録用レンズ組立体に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ディスク、光磁気ディスク、DVD等の光情報記録媒体のマスターを作製するシステムに使用する光記録用レンズ組立体は、凹面及び／又は凸面を有する複数のレンズを円筒状のレンズ枠に固定した構造を有する。このようなレンズ組立体の例は、例えば特開平5-19162号、6-3586号、6-11648号及び6-11649号等に記載されている。このような光記録用レンズ組立体は、集光スポット径を小さくして大容量の記録が可能である必要があり、そのためこれらのレンズの透過波面収差としても、0.05λrms以下という高精度な仕様となることが要求されている。

【0003】 このような高精度の光記録用レンズ組立体を複数枚組み合わせて収差を補正するタイプにおいては、各レンズの製造において加工誤差を伴うため、レンズの調芯を行なうことが要求されている。従来から行われているレンズの調芯方法の一例を、図15を用いて説明する。円筒形のレンズ枠1に、各々のレンズ4及び間隔環5を所定の順に収納し、押さえ環2である程度緩く固定して仮締めを行う。次に調芯用穴3に調芯ピン40を差込み、マイクロヘッド又はビエゾ素子等の微調整部材で調芯ピン40を矢印に示す径方向に動かし、各レンズ4を調芯してゆく。

【0004】調芯後のレンズ4の位置を正確に固定することも要求されている。光記録用レンズ組立体のレンズ4を固定する方法としては、従来からUV硬化型接着剤等の光硬化型接着剤を使用してレンズを接着する方法が知られている。レンズ4の調芯後、レンズ枠1の円筒部に設けた複数の貫通孔3からUV硬化型接着剤を注入し、レンズ枠1の外側から、光ファイバーより紫外線($\lambda = 365 \text{ nm}$)を各貫通孔3内のUV硬化型接着剤に照射し、硬化させる。UV硬化型接着剤の硬化により、各レンズ4及び各間隔環5はレンズ枠1の内面に固定される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしレンズは片面又は両面が曲面状であるので、隣接する間隔環の端面(光軸方向に垂直な平面部)と線接触しているだけである。従って、これらのレンズを調芯ピンにより径方向(光軸方向に対して垂直な方向)に動かすと、隣接する間隔環がスラスト方向に動いてレンズ間隔が変化したり、レンズが傾斜したりし、アスやコマ収差等のレンズ性能が劣ることになる。そのため、正確なレンズの調芯を行なうためには、これらの問題を解消する必要がある。

【0006】その上、レンズの調芯後に注入されたUV硬化型接着剤のうち、光が照射された部分では硬化するが、レンズ枠1と各レンズ4及び間隔環5との隙間であるレンズ調整隙間6に進入した部分には光が当たらないため、未硬化のUV硬化型接着剤が残存してしまうという問題もある。

【0007】従って、本発明の目的は、調芯によりレンズの間隔が変化したり傾斜したりしない構造の光記録用レンズ組立体を提供することである。

【0008】本発明のもう一つの目的は、上記光記録用レンズ組立体であって、未硬化接着剤が残存せず、高精度でレンズ及び間隔環を固定できる光記録用レンズ組立体を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光記録用レンズ組立体は、筒部に複数の貫通孔が設けられたレンズ枠にレンズ及び間隔環が収納されたもので、各レンズは両側面の外周部に光軸方向に垂直な平面部が設けられていることを特徴とする。

【0010】本発明の好ましい一実施例では、前記レンズの少なくとも1つは前記レンズ枠内に同軸的に位置する内部レンズ枠に固定されており、前記内部レンズ枠の両端面は光軸方向に垂直な平面である。レンズの調芯を容易にするために、一つの内部レンズ枠に複数のレンズが固定されているのが好ましい。

【0011】レンズ及び/又は内部レンズ枠並びに間隔環は、レンズ枠の貫通孔から注入された光硬化型接着剤により固定するのが好ましい。この際、光硬化型接着剤に未硬化部分があっても間隔環とレンズとの隙間に未硬

化接着剤が流入しないように、間隔環とレンズとの境目と貫通孔とは互いにずれているのが好ましい。

【0012】本発明の好ましい別の実施例では、レンズ及び/又は内部レンズ枠並びに間隔環とレンズ枠の内面との間の隙間に複数の導光リング部材が設けられており、導光リング部材は導入された光を伝播させるとともに、光硬化型接着剤を硬化させるのに十分な光を表面から放出するようになっており、もって光硬化型接着剤が実質的に完全に硬化している。導光リング部材は光を表面から放出するための部位を有するのが好ましい。導光リング部材の光放出部位は粗面、凹部、凹凸部、段差及びこれらの組合せであるのが好ましい。

【0013】レンズ及び間隔環は環状溝を有し、各導光リング部材は各環状溝に収容されているのが好ましい。導光リング部材は切れ目を有するのが好ましい。また環状溝に収容された導光リング部材が環状溝の底面に密着するように、導光リング部材は環状溝の内径より僅かに小さな内径を有するのが好ましい。さらに導光リング部材の外径は前記レンズ及び前記間隔環の外径よりも大きいのが好ましい。

【0014】導光リング部材は高屈折率樹脂でコートされた光透過性素材からなるのが好ましい。また導光リング部材は照射された紫外線を可視光に変換して放出する材質からなるのが好ましい。具体的には、導光リング部材は蛍光アクリル樹脂又は蛍光ガラスからなるのが好ましい。また光硬化型接着剤は可視光又は紫外線により硬化するものが好ましい。

【0015】レンズ枠の貫通孔は、前記光硬化型接着剤を注入するための第1の貫通孔と、前記導光リング部材に光照射を行うための第2の貫通孔とからなるのが好ましい。第1の貫通孔はレンズの調芯用としても利用できる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の光記録用レンズ組立体を添付図面を参照して詳細に説明する。

(1) 第1の形態

図1～3は本発明の第1の形態による光記録用レンズ組立体を示す。レンズ枠1内に収容する複数のレンズ4及び複数の間隔環5はそれぞれ同一の外径を有し、各レンズ4及び間隔環5の外径はレンズ枠1の内径より僅かに小さいために、レンズ4及び間隔環5の外面とレンズ枠1の内面との間には隙間6が形成される。この隙間6はレンズ4の調芯用のスペースとして活用する。複数のレンズ4及び複数の間隔環5はレンズ枠1内に収納されており、レンズ枠1の他端のネジ部1bに押さえ環2が螺合されている。この光記録用レンズ組立体では、各レンズ4の両面の外周部に光軸方向に垂直な平面部Fが形成されている。またレンズの平面部Fに接する間隔環5の端面も光軸方向に対して垂直な平面となっている。

【0017】これらレンズ4を、マイクロヘッド又はビ

エゾ素子等の微調節部材により調芯ピン40を矢印の径方向に動かし、図示してはいないが、干渉計で透過波面を観察しながらサブミクロンの微調整を行って調芯する。ここで、感度の高いレンズから低いレンズの順に調芯を行うことにより、粗調から微調へと調整することができ、調芯が容易となる。またこれら調芯ピン40を差し込む調芯用穴(貫通孔)3は、配置される個数が特に制限されるものではないが、通常はレンズ枠円周上に等間隔で4カ所配置しており、またレンズの外径が小さい場合には3カ所配置してもよい。

【0018】このように調芯によって各レンズ4を径方向に移動させても、隣接する他の部材(レンズ4又は間隔環5)に対してラスト方向に力を及ぼすことがないため、レンズ間隔の変化あるいはレンズ4の傾斜を防止することができる。

【0019】次に調芯後のレンズ4および間隔環5をレンズ枠へ固定する。図2は光記録用レンズ組立体の軸方向断面図であり、図3は、図2のA-A線に沿った径方向断面図である。図2に示すように、接着剤注入用穴も兼ねる調芯用穴3に光硬化型接着剤50を注入し、光ファイバー52を介して光を照射して光硬化型接着剤50を硬化させ、レンズ4及び間隔環5をそれぞれレンズ枠1に接着させる。また図3は、レンズ枠1の外周から光硬化型接着剤50に光照射している状態を示す。このように光硬化型接着剤50を使用することで、短時間でレンズ4等をレンズ枠1に固定することができる。

【0020】[2] 第2の形態

図4及び5は本発明の第2の形態を示す。図4は光記録用レンズ組立体の軸方向断面図であり、レンズ枠1には、内部レンズ枠25a, 25bが装着されたレンズ4a, 4b, 4c, 4d、外周部両面に平面部Fが形成されているレンズ4e、及び間隔環5がそれぞれ収納され、押さえ環2で仮止めされている。図4に示すように、一つの内部レンズ枠に複数枚のレンズが装着されており(例えば内部レンズ枠25aにレンズ4a, 4b)、内部レンズ枠25a, 25bの端面E及び間隔環5の端面Gもそれぞれ光軸方向に対して垂直な平面となっている。

【0021】内部レンズ枠25a, 25bにレンズ4を装着する手段としては、レンズ精度に影響を及ぼさない限り、公知のレンズ固定方法を用いることができるが、図示するように、例えば内部レンズ枠25aにレンズ4a, 4bを収納し、内部レンズ枠25a用の押さえ環29で内部に固定する方法が挙げられる。また内部レンズ枠25a, 25bを装着する際に留意すべき点として、各レンズ4間の間隔を維持し、レンズ4の傾きが発生しないようにすることが挙げられる。

【0022】レンズ4の調芯は、第1の形態と同様に、マイクロヘッド又はピエゾ素子等の微調節部材により調芯ピン40を矢印の径方向に動かし、干渉計で透過波面を観察しながらレンズ4e、及び内部レンズ枠25a, 25bの

サブミクロンの微調整を行う。第2の形態では複数枚のレンズを1つの内部レンズ枠に装着しているので、調芯箇所が減り、調芯が容易になるという利点がある。調芯後のレンズ4、間隔環5及び内部レンズ枠25a, 25bのレンズ枠1への固定は第1の形態と同様に行なうことができる。

【0023】[3] 第3の形態

図6は、光硬化型接着剤を注入する前の第3の形態による光記録用レンズ組立体を示す。各レンズ4及び各間隔環5の外面には少なくとも1つの環状溝8が設けられている。各環状溝8には導光リング部材9が収容されている。各環状溝8に各導光リング部材9を装着した複数のレンズ4及び複数の間隔環5は、レンズ枠1内に収納されている。この例では、各環状溝8は各貫通孔3と半径方向にほぼ整合した位置にある。

【0024】図6のB-B断面図である図7から明らかのように、各貫通孔3は4つの第1の貫通孔31と、1つの第2の貫通孔32とからなる。第1の貫通孔31は、レンズ4の調芯の際に調芯ピンを挿入するための貫通孔として利用されるとともに、光硬化型接着剤を注入し、光照射を行うための貫通孔としても利用されるものである。一方、第2の貫通孔32は各導光リング部材9に光照射を行うために利用されるものである。

【0025】図7及び図8に示すように、各導光リング部材9は切れ目9aを有する。各導光リング部材9が環状溝8の内径より僅かに小さな内径を有すると、環状溝8に収容された導光リング部材9は環状溝8の底面に密着するので、好ましい。また導光リング部材9の外径はレンズ4及び間隔環5の外径と同じであるが、光硬化型接着剤に対する光照射を効率的に行うために導光リング部材9の外径はレンズ4及び間隔環5の外径よりも大きいのが好ましい。

【0026】図9は、切れ目を有する代わりに凹凸状に段部10aを有する導光リング部材10を示す。各段部10aは円周上に等間隔に設けられており、小径部11と大径部12は交互に連なっている。小径部11の内径は環状溝8の内径以上であり、また大径部12の外径は円筒状レンズ枠1の内径以下である。複数の段部10aにより、導光リング部材10は若干拡開自在であるので、切れ目がなくても各レンズ4及び各間隔環5の環状溝8内に収納することができる。

【0027】導光リング部材9は、貫通孔3を経て導入された光を減衰することなく伝播とともに、光硬化型接着剤を硬化させるのに十分な光量を放出できる必要がある。このため導光リング部材9は、光の伝播性を改善するために高屈折率樹脂でコートされた光透過性素材からなるのが好ましい。この構造により、導入された光は表面の高屈折率樹脂層で反射し、内部反射を繰り返しながら伝播する。またそのままでは外部に光が放出されないので、導光リング部材9に光放出部位を設けるのが

好ましい。

【0028】光硬化型接着剤として可視光で硬化する光硬化型接着剤を使用する場合、導光リング部材9は導入された紫外線を可視光に変換して放出する材質からなるのが好ましい。具体的には、導光リング部材は蛍光アクリル樹脂又は蛍光ガラスからなるのが好ましい。例えば市販の蛍光ガラスとして、ルミラス-G、ルミラス-R、ルミラス-B（（株）住田光学ガラス製）等が挙げられる。具体的には、これらの素材は紫外線の照射により、内部で波長変換（例えば $\lambda = 365 \text{ nm} \rightarrow \lambda = 405 \text{ nm}$ ）を起こし、可視光に変換することができる。このような素材からなる導光リング部材9を用いることにより、効率良く可視光を放出することができ、さらに放出される可視光は紫外線よりも低エネルギーであるため、可視光が照射される部位の温度上昇を抑制することができる。

【0029】内部を伝播する光を放出するために、導光リング部材9に光放出部位を設ける。光放出部位は、高屈折率樹脂コーティングを不均一にしたり、導光リング部材9の表面に平滑でない箇所を設けたりして、光の反射又は乱反射を起させたところである。光放出部位の具体例として、図10は導光リング部材9の光放出部位として凹部15及び凸部16が組合された形状を示し、図11は導光リング部材9の光放出部位として粗面を有する凹部18を示し、図12は導光リング部材9の光放出部位として断面三角形状の凹部20を示す。これらの光放出部位の他に、例えば導光リング部材9の表面を粗面状にしたり、段差を設けたりすることにより、光の放出を容易にしても良い。

【0030】光硬化型接着剤は可視光又は紫外線により硬化する。光硬化型接着剤は、レンズ4の保護のためガス発生のないこと、また低エネルギーで速やかに硬化することが望ましい。また導光リング部材9として蛍光アクリル樹脂リング又は蛍光ガラスリングを用いた場合、導光された紫外線が可視光に変換されて放出されるため、可視光で硬化する光硬化型接着剤を用いる。

【0031】図14は光照射により光硬化型接着剤を硬化させる方法を示す。光照射の方法は特に限定されず、例えば可視光により硬化する光硬化型接着剤を使用した場合、円筒状レンズ枠1の各第1の貫通孔31に光ファイバー52により可視光を照射するとともに、第2の貫通孔32に別の光ファイバー53により紫外線を照射するのが好ましい。光ファイバーを用いて光照射を行うことにより、光の照射範囲を限定することができ、光硬化型接着剤50の周囲の余分な温度上昇を防ぐことができる。また光ファイバー53の紫外線を導光リング部材9に集光するため、集光レンズ54を介して光照射を行うのが好ましい。

【0032】光硬化型接着剤自体は公知であり、一般に光重合性ポリマー又はオリゴマーであるか、光開始剤及び／又は光架橋剤を含有する重合性ポリマー又はオリゴ

マーである。このような光硬化型接着剤として、例えば光硬化型エポキシ樹脂、光硬化型アクリル樹脂、光硬化型シリコーン樹脂等が挙げられる。また弾性を有するゴム状の光硬化型接着剤を使用することもでき、その場合にはレンズに歪みを与えることなく、調芯後のレンズの位置を保持することができる。

【0033】

【発明の効果】本発明の光記録用レンズ組立体は、半径方向外周部に平面部を形成したレンズを用いるので、レンズを径方向に微動させる調芯を行ってもレンズ間の間隔が変化したり、レンズが傾斜したりすることができない。そのため光記録用レンズ組立体の精度を著しく高く維持することができる。また一つのレンズ枠に複数枚のレンズを装着させることによりレンズ調芯箇所を減少させることができ、光記録用レンズ組立体の作製を容易にすることができる。

【0034】また調芯用隙間に、導入された光を伝播させるとともに光硬化型接着剤を硬化させるのに十分な光を表面から放出するようになっている導光リング部材を設けることにより、導光リング部材から放出された光で光硬化型接着剤を実質的に完全に硬化させることができる。そのため、未硬化接着剤の残存を防止することができ、未硬化接着剤の悪影響を防止することができる。また導光リング部材により、調芯隙間にある光硬化型接着剤の部分を短時間の光照射で硬化させることができ、レンズの位置整度の低下や透過波面収差の増大を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第一の形態による光記録用レンズ組立体の軸方向断面図であって、レンズの調芯を行う状態を示す断面図である。

【図2】 本発明の第一の形態による光記録用レンズ組立体の軸方向断面図であって、光硬化型接着剤によりレンズ等の固定を行う状態を示す断面図である。

【図3】 図2のA-A線に沿った径方向断面図である。

【図4】 本発明の第二の形態による光記録用レンズ組立体の軸方向断面図であって、内部レンズ枠が装着されているレンズ等の調芯を行う状態を示す断面図である。

【図5】 本発明の第二の形態による光記録用レンズ組立体の軸方向断面図であって、レンズ等の固定を行う状態を示す断面図である。

【図6】 本発明の第三の形態による光記録用レンズ組立体であって、レンズ及び間隔環の外周の環状溝に導光リング部材を装着し、レンズの調芯を行う状態を示す断面図である。

【図7】 図6のB-B断面図である。

【図8】 導光リング部材の一例を示す斜視図である。

【図9】 導光リング部材の別の例を示す斜視図である。

【図10】 導光リング部材に設けた光放出部位の一例を示す断面図である。

【図11】 導光リング部材に設けた光放出部位の別の例を示す断面図である。

【図12】 導光リング部材に設けた光放出部位のさらに別の例を示す断面図である。

【図13】 図6の部分拡大断面図である。

【図14】 図7に相当する断面図であって、第1の貫通孔から光硬化型接着剤を注入した後、それぞれ第1の貫通孔及び第2の貫通孔から光照射する状態を示す断面図である。

【図15】 従来の光記録用レンズ組立体を示す軸線方向断面図である。

【符号の説明】

1 …… 円筒状レンズ枠

2 …… 押さえ環

3 …… 貫通孔

31 …… 第1の貫通孔

32 …… 第2の貫通孔

4, 4a, 4b, 4c, 4d, 4e …… レンズ

5 …… 間隔環

6 …… 調芯隙間

25a, 25b …… 内部レンズ枠

29 …… 内部レンズ枠用押さえ環

8 …… 環状溝

9, 10 …… 導光リング部材

10a …… 段部

15 …… 凹部

16 …… 凸部

18 …… 粗面を有する凹部

20 …… 断面三角形状の凹部

40 …… 調芯用ピン

50 …… 光硬化型接着剤

52, 53 …… 光ファイバー

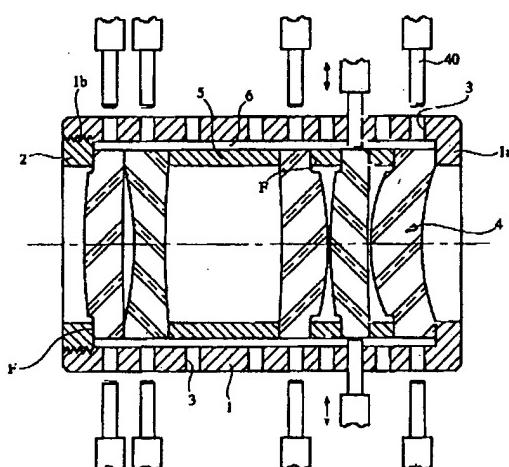
54 …… 集光レンズ

E …… レンズ枠の平面部

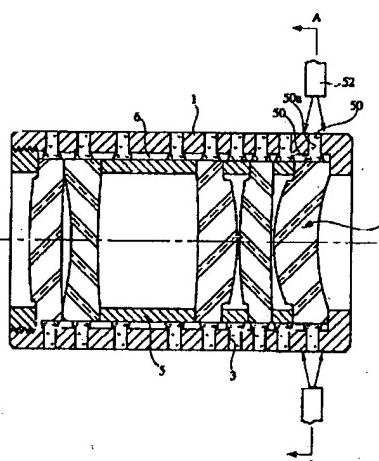
F …… レンズの平面部

G …… 間隔環の平面状端面

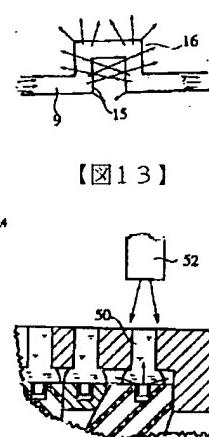
【図1】



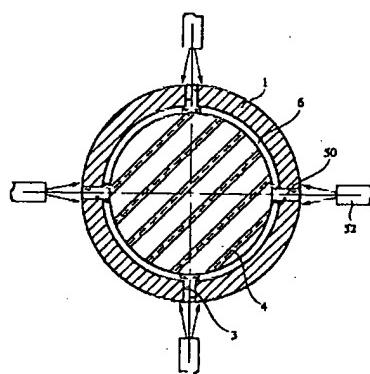
【図2】



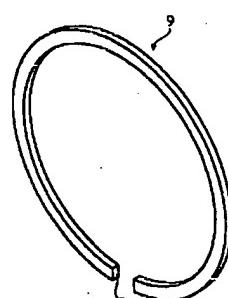
【図10】



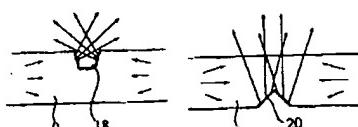
【図3】



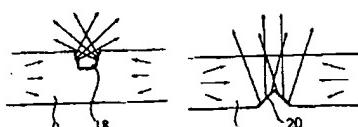
【図8】



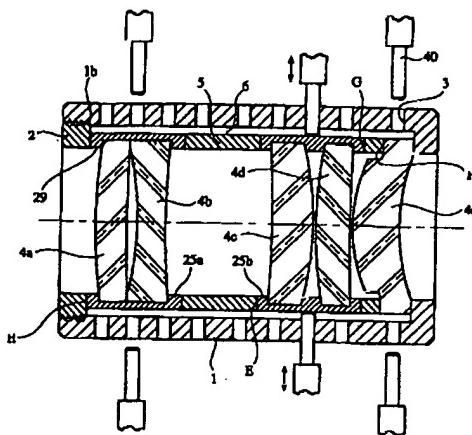
【図11】



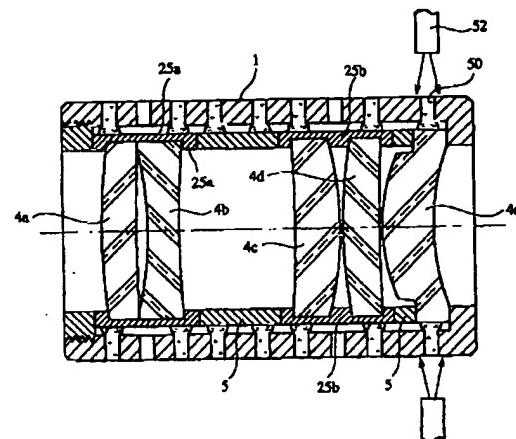
【図12】



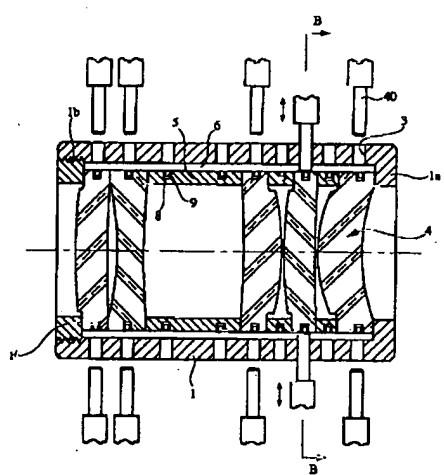
【図4】



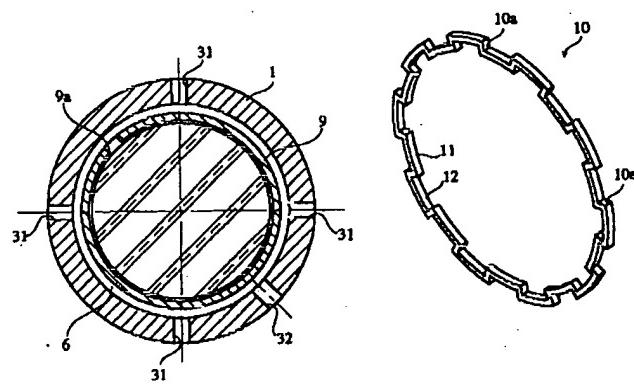
【図5】



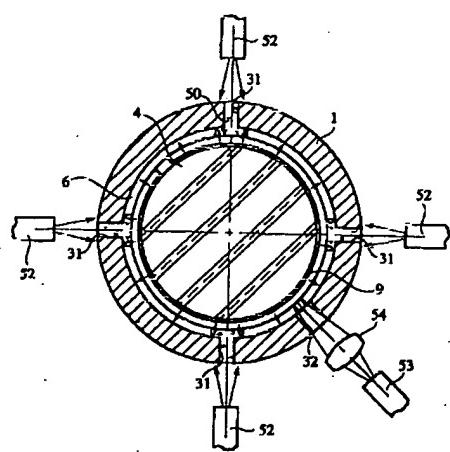
【図6】



【図7】



【図15】



【図14】

